Đề cương Cơ – Nhiệt

1. Động lượng của chất điểm, xung lượng của lực. Định lý biến thiên và định luật bảo toàn động lượng

- Động lượng của chất điểm: $\vec{P} = m.\vec{v}$

  Trong đó: m và $\vec{v}$ lần lượt là khối lượng và véctơ vận tốc của chất điểm.
- Xung lượng của lực: Xung lượng của lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian t_1 đến t_2 được định nghĩa bởi:

$$\vec{J} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}(t)dt$$

  Trong đó: $\vec{F}(t)$ là lực tác dụng tại thời điểm t bất kỳ.
- Định lý biến thiên động lượng:

  Xét lực tác dụng vào chất điểm tại thời điểm t bất kỳ. Theo định luật II Newton, ta có:

$$\vec{F}(t) = m\vec{a} = m\frac{\vec{v}}{dt} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{P}}{dt} \Leftrightarrow d\vec{P} = \vec{F}(t)dt\,.$$

Tích phân hai vế ta được:

$$\int_{(1)}^{(2)} d\vec{P} = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F}(t)dt \Leftrightarrow \vec{P}_2 - \vec{P}_1 = \vec{J}\,.$$

Định lý: Độ biến thiên động lượng của chất điểm trong một khoảng thời gian bằng xung lượng của ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.

- Định luật bảo toàn động lượng: Nếu tổng ngoại lực tác dụng lên chất điểm bằng 0 thì động lượng được bảo toàn.

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{P} = 0 \Leftrightarrow \vec{P} = \text{const}\,.$$

2. Động năng – định lý động năng của chất điểm

- Động năng:

  Theo định luật II Newton: $\vec{F} = m\vec{a} = m\frac{d\vec{v}}{dt}$.

  Do đó: $dA = \vec{F}d\vec{r} = m\frac{d\vec{v}}{dt}d\vec{r} = m\vec{v}d\vec{v} \Leftrightarrow dA = d\left(\frac{1}{2}mv^2\right)$.

Đại lượng $K = \frac{1}{2}mv^2$ được gọi là động năng của chất điểm ($K \geq 0$).

- Định lý biến thiên động năng:

Khi vật chuyển động từ vị trí 1 đến vị trí 2 dưới tác dụng của lực $\vec{F}$ thì:

$$A_{12} = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F}d\vec{r} = \int_{v_1}^{v_2} d\left(\frac{1}{2}mv^2\right) = \int_{v_1}^{v_2} d(K) \Leftrightarrow A_{12} = K_2 - K_1.$$

Định lý: Độ biến thiên động năng của chất điểm trong một khoảng thời gian bằng công của ngoại lực đặt vào chất điểm trong khoảng thời gian đó.

3. Thế năng – định lý thế năng

- Các khái niệm:

- *Trường lực* là khoảng không gian mà nếu một vật ở trong đó sẽ chịu tác dụng của một loại lực (lực này chỉ là hàm của tọa độ).

- Nếu trường lực có công của lực chỉ phụ thuộc vào điểm đầu vào điểm cuối thì trường lực đó gọi là *trường lực thế*. Lực của trường lực thế gọi là *lực thế*.

+ Công của lực thế trên quãng đường khép kín bằng 0.

+ Công mà lực thế thực hiện trên cả quãng đường bằng tổng các công thành phần.

+ Hai trường lực thế quan trọng: trường hấp dẫn và trường đàn hồi.

- *Thế năng (U) của vật* trong trường lực thế là một dạng năng lượng gắn liền với vị trí của vật.

- Định lý biến thiên thế năng:

+ *Trong trường hấp dẫn*:

Công mà trọng lực làm di chuyển vật từ vị trí 1 tới vị trí 2:

$$A_{12} = \int_{(1)}^{(2)} \vec{F}\,\overrightarrow{dr} = \int_{(1)}^{(2)} Fdr\cos\theta = \int_{(1)}^{(2)} Fdz$$

(Với θ là góc giữa $\vec{F}$ và $\overrightarrow{dr}$, dz là vi phân theo độ cao)

$$\Leftrightarrow A_{12} = -mg\int_{z_1}^{z_2} dz = mgz_1 - mgz_2 \text{ (với } z_1 > z_2) \Leftrightarrow \mathbf{A_{12} = U_1 - U_2}.$$

+ *Trong trường đàn hồi*:

Công mà lực đàn hồi thực hiện làm lò xo thay đổi từ vị trí x_1 đến vị trí x_2 là:

$$A_{12} = \int_{x_2}^{x_2} \vec{F}\,\overrightarrow{dx} = -\int_{x_2}^{x_2} kxdx \Leftrightarrow \mathbf{A_{12} = k\frac{x_1^2}{2} - k\frac{x_2^2}{2}}.$$

+ *Trong trường thế:*

Độ giảm thế năng của một vật từ vị trí 1 đến vị trí 2 bằng công của lực thế thực hiện khi dịch chuyển vật đó từ vị trí 1 đến vị trí 2.

4. Định luật biến thiên và bảo toàn cơ năng của chất điểm

- Định luật biến thiên cơ năng:

Định luật: Cơ năng E của một vật (hay hệ vật) là tổng động năng và thế năng của vật (hệ vật) đó.

Công thức: **E = K + U**.

- Định luật bảo toàn cơ năng:

Xét một vật chuyển động trong trường thế từ vị trí 1 đến vị trí 2. Công của lực thế thực hiện được:

$$\begin{cases} A_{12} = U_1 - U_2 \\ A_{12} = K_2 - K_1 \end{cases} \Leftrightarrow U_1 - U_2 = K_2 - K_1 \Leftrightarrow K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{E_1 = E_2}\ .$$

Định luật: Cơ năng của vật chuyển động trong trường thế được bảo toàn.

5. Hệ chất điểm. Khối tâm

- Khối tâm của hệ chất điểm:

+ Hệ chất điểm là tập hợp của nhiều chất điểm (hạt) phân bố rời rạc hoặc liên tục.

+ Khi hệ chất điểm đặt trong trường trọng lực thì điểm đặt của lực tổng hợp tác dụng lên hệ được gọi là khối tâm của hệ (hay trọng tâm hay tâm quán tính).

+ Vị trí khối tâm C của hệ (trường hợp các hạt phân bố rời rạc), khối lượng mỗi hạt là m_i và vị trí $\vec{r_i}(x_i, y_i, z_i)$:

$$\mathbf{\overrightarrow{r_C} = \frac{\sum m_i \vec{r_i}}{\sum m_i} = \frac{\sum m_i \vec{r_i}}{M}} \left(\text{với } M = \sum m_i \text{ là khối lượng toàn hệ}\right)$$

$$x_C = \frac{\sum m_i x_i}{M};\quad y_C = \frac{\sum m_i y_i}{M};\quad z_C = \frac{\sum m_i z_i}{M}$$

+ Vị trí khối tâm C của hệ (trường hợp các hạt phân bố liên tục):

$$\overrightarrow{r_C} = \frac{\int dm\vec{r}}{M} \text{ với } M = \int dm$$

$$x_C = \frac{\int xdm}{M};\quad y_C = \frac{\int ydm}{M};\quad z_C = \frac{\int zdm}{M}$$

(dm là vi phân khối lượng tại điểm có tọa độ $\vec{r}(x_i, y_i, z_i)$)

- Phương trình chuyển động của khối tâm:

+ Khối tâm của một hệ chất điểm dưới tác dụng của ngoại lực tổng hợp $\vec{F}$ thì chuyển động như một chất điểm có khối lượng bằng khối lượng M của toàn hệ và gia tốc $\overrightarrow{a_C} = \frac{\vec{F}}{M}$.

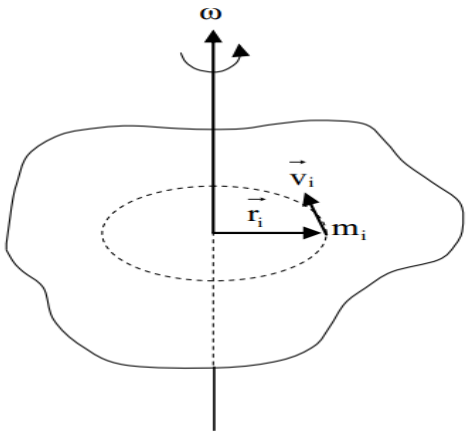
+ Động lượng toàn phần của hệ bằng động lượng của chất điểm có khối lượng bằng tổng khối lượng của hệ, chuyển động với vận tốc bằng vận tốc của khối tâm.

$$\vec{P} = M\,\overrightarrow{v_C}.$$

6. Phương trình cơ bản của vật rắn quay quanh một trục cố định

Phương trình định luật II Newton cho chất điểm thứ i:

$\overrightarrow{F_i} = m_i\overrightarrow{a_i}$ ($\overrightarrow{F_i}$ lực tác dụng lên chất điểm thứ i).



Nhân có hướng cả 2 vế với $\overrightarrow{r_i}$:

$[\overrightarrow{r_i} \wedge \overrightarrow{F_i}] = m_i[\overrightarrow{r_i} \wedge \overrightarrow{a_i}]$ với$(\overrightarrow{a_i} = [\vec{\beta} \wedge \overrightarrow{r_i}])$

$= m_i\left[\overrightarrow{r_i} \wedge [\vec{\beta} \wedge \overrightarrow{r_i}]\right] = m_i\left(\vec{\beta}.\overrightarrow{r_i}^2 - \overrightarrow{r_i}.(\overrightarrow{r_i}.\vec{\beta})\right)$

$= \vec{\beta}m_i{r_i}^2$ (vì $\overrightarrow{r_i} \perp \vec{\beta}$ nên $\overrightarrow{r_i}.\vec{\beta} = 0$).

Đặt $\overrightarrow{M_i} = [\overrightarrow{r_i} \wedge \overrightarrow{F_i}]$ gọi là mômen của lực tác dụng lên chất điểm thứ i. Khi đó, ta có:

$$\overrightarrow{M_i} = \vec{\beta}m_i{r_i}^2.$$

Xét trên toàn bộ vật rắn gồm hệ n chất điểm, ta có:

$$\sum_{i=1}^{n}\overrightarrow{M_i} = \sum_{i=1}^{n}\vec{\beta}m_i{r_i}^2 \Leftrightarrow \sum_{i=1}^{n}[\overrightarrow{r_i} \wedge \overrightarrow{F_i}] = \vec{\beta}\sum_{i=1}^{n}m_i{r_i}^2.$$

Tổng nội lực của hệ bằng 0 nên chỉ có mômen ngoại lực tác dụng lên hệ.

Đặt $I = \sum_{i=1}^{n}m_i{r_i}^2$ là mômen quán tính của vật rắn. Khi đó: $\overrightarrow{M} = I.\vec{\beta}$.

Mômen của ngoại lực đối với trục quay bằng tích số giữa mômen quán tính của vật với gia tốc góc mà vật nhận được.

7. Động năng của vật rắn quay

Xét vật rắn là tập hợp bởi các hạt có vận tốc khác nhau.

Động năng của vật là: $K = \frac{1}{2}\sum m_i v_i^2$.

Mà $v_i = \omega r_i$ (vận tốc góc ω của các hạt là bằng nhau).

$\Rightarrow K = \frac{1}{2}\sum m_i(\omega r_i)^2 = \frac{1}{2}\omega^2 \sum m_i r_i^2 \Leftrightarrow \mathbf{K = \frac{1}{2}I\omega^2}$.

8. Định lý biến thiên và định luật bảo toàn mômen động lượng

- Mômen động lượng của vật rắn quay:

$$\vec{L} = \sum[\vec{r_i} \wedge m_i\vec{v_i}] = \sum[\vec{r_i} \wedge m_i[\vec{\omega} \wedge \vec{r_i}]] = \sum m_i\vec{\omega}\,\vec{r_i}^2 - \sum m_i\vec{r_i}(\vec{r_i}.\vec{\omega}) = \vec{\omega}\sum m_i\, {r_i}^2$$

$\Leftrightarrow \mathbf{\vec{L} = I\vec{\omega}}$.

- Định lý biến thiên mômen động lượng:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d}{dt}\sum[\vec{r_i} \wedge m_i\vec{v_i}] = \sum\left[\frac{d\vec{r_i}}{dt} \wedge m_i\vec{v_i}\right] + \sum\left[\vec{r_i} \wedge m_i\frac{d\vec{v_i}}{dt}\right]$$

$$\Leftrightarrow \mathbf{\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}}.$$

Định lý: Biến thiên mômen động lượng của vật rắng bằng tổng mômen của ngoại lực tác dụng lên vật.

($\vec{M}$ ứng với ngoại lực tác dụng lên hệ, vì tổng nội lực bằng 0)

- Định luật bảo toàn mômen động lượng:

$$\text{Nếu } \vec{M} = 0 \text{ thì } \frac{d\vec{L}}{dt} = 0 \Leftrightarrow \mathbf{L = const}.$$

Định luật: Khi không có mômen của ngoại lực tác dụng thì mômen động lượng được bảo toàn.

9. Các định luật Kepler

- Định luật Kepler 1: Mọi hành tinh đều chuyển động trên một quỹ đạo hình elip và Mặt Trời là một trong 2 tiêu điểm.
- Định luật Kepler 2: Trong quá trình chuyển động, đường nối hành tinh với Mặt Trời thì quét những diện tích bằng nhau trong những khoảng thời gian bằng nhau.
- Định luật Kepler 3: Bình phương chu kỳ quay của bất kỳ hành tinh nào cũng tỷ lệ với lập phương bán trục lớn của quỹ đạo hành tinh đó.

$$\mathbf{T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM}\right) a^3}$$

$\Rightarrow T^2 \sim a^3 \Leftrightarrow T \sim a^{\frac{3}{2}}$.

Trong đó G là hằng số hấp dẫn, M là khối lượng Mặt Trời, a là bán kính trục lớn quỹ đạo.

10. Các tiên đề của thuyết tương đối hẹp. Tính tương đối của không gian và thời gian

- Các tiên đề của thuyết tương đối hẹp:

  + Mọi định luật vật lý đều như nhau trong các hệ quy chiếu quán tính.

  + Vận tốc ánh sáng trong chân không đối với mọi hệ quy chiếu đều bằng nhau. Vận tốc này có giá trị $c = 3.10^8$ m/s và là vận tốc cực đại trong tự nhiên.

- Tính tương đối của không gian và thời gian:

  Phép biến đổi Lorentz được xây dựng trên cơ sở hai tiên đề của thuyết tương đối hẹp Einstein. Giả sử có hai hệ quy chiếu K và K'. Hệ K' chuyển động với vận tốc v so với hệ K dọc theo trục Ox. Khi đó ta có:

$$\begin{cases} x = \dfrac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}} \\ y = y' \\ z = z' \\ t = \dfrac{t' + \dfrac{v}{c^2}x'}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}} \end{cases} \qquad \begin{cases} x' = \dfrac{x - vt}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}} \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = \dfrac{t - \dfrac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}} \end{cases}$$

Với x, y, z, t và x', y', z', t' là tọa độ và thời điểm tương ứng trong K và K'. Trong cơ học tương đối tính: thời gian và không gian có tính tương đối, khối lượng của vật phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Khi v << c thì phép biến đổi Lorentz trở thành phép biến đổi Galileo.

11. Nguyên lý thứ nhất của nhiệt động lực học

Nhiệt lượng cung cấp cho hệ nhiệt động dùng để sinh công và biến đổi nội năng của hệ.

$$\mathbf{Q = A + \Delta U}$$

Trong đó: Q là nhiệt lượng cung cấp cho hệ.

A là công hệ sinh ra.

ΔU là biến thiên nội năng của hệ.

12. Phương trình cơ bản của thuyết động học phân tử

Xét một bình chứa có hình lập phương cạnh L.

Lực tác dụng lên thành bình theo một phương do các phân tử gây ra:

$$f = \frac{1}{3}\frac{mN}{L}v_t^2$$

Trong đó: m là khối lượng của một phân tử khí.

N là tổng số phân tử khí trong bình.

v_t^2 là vận tốc bình phương trung bình: $v_t^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i^2}{n}$ với n là số phân tử khí va chạm với thành bình $\left(n = \frac{N}{3}\right)$.

⇒ Áp suất gây ra lên thành bình:

$$P = \frac{f}{L^2} = \frac{1}{3}\frac{mN}{L^3}v_t^2 \Leftrightarrow \mathbf{P = \frac{1}{3}mn_0v_t^2}.$$

Trong đó $n_0 = \frac{N}{L^3}$ là mật độ phân tử khí.

13. Động năng trung bình của phân tử trong chuyển động tịnh tiến

- Động năng của một phân tử: $E_đ = \frac{1}{2}mv_t^2 = \frac{1}{2}m\frac{3RT}{\mu} = \frac{3}{2}RN_AT \Leftrightarrow \mathbf{E_đ = \frac{3}{2}k_BT}$.

Với k_B là hằng số Boltzmann.

- Nếu coi nhiệt độ theo các phương là như nhau thì động năng tịnh tiến trung bình theo một phương là:

$$E_{đx} = E_{đy} = E_{đz} = \frac{1}{2}k_BT.$$

  - Dạng khác:

$$P = \frac{1}{3}n_omv_t^2 = \frac{1}{3}n_o2E_đ = \frac{2}{3}n_o\frac{3}{2}k_BT \Leftrightarrow \mathbf{P = n_ok_BT}.$$

14. Định luật phân bố đều năng lượng theo bậc tự do của phân tử khí. Biểu thức nội năng của khí lý tưởng

- Định luật phân bố đều năng lượng theo bậc tự do (định luật Maxwell) của phân tử khí:

Động năng trung bình của phân tử được phân bố đều theo các bậc tự do và năng lượng ứng với mỗi bậc tự do bằng $\frac{1}{2}k_BT$.

- Biểu thức nội năng của khí lý tưởng:

  Nội năng tại trạng thái ứng với nhiệt độ T: $\mathbf{U = \frac{i}{2}nRT}$.

15. Nhiệt dung mol đẳng tích và nhiệt dung mol đẳng áp

- Nhiệt dung mol đẳng tích:

  Trong quá trình đẳng tích công A = 0 nên theo nguyên lý I nhiệt động lực học, ta có:

  $Q = A + \Delta U \Leftrightarrow Q = \Delta U = \frac{i}{2}nR\Delta T$.

  $\Rightarrow C_v = \frac{Q}{n\Delta T} = \frac{\frac{i}{2}nR\Delta T}{n\Delta T} \Leftrightarrow \mathbf{C_v = \frac{i}{2}R}$.

- Nhiệt dung mol đẳng áp:

  Trong quá trình đẳng áp P = const nên công $A = P(V_2 - V_1) = nRT_2 - nRT_1 = nR\Delta T$.

  Theo nguyên lý I nhiệt động lực học, ta có:

  $Q = A + \Delta U = nR\Delta T + \frac{i}{2}nR\Delta T = nR\Delta T\left(\frac{i}{2} + 1\right)$.

  $\Rightarrow C_p = \frac{Q}{n\Delta T} = \frac{nR\Delta T\left(\frac{i}{2} + 1\right)}{n\Delta T} \Leftrightarrow \mathbf{C_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right)R}$.

16. Quãng đường tự do trung bình của các phân tử khí

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{k_B T}{\sqrt{2} P \pi d^2}}$$

Trong đó: k_B là hằng số Boltzmann, $k_B = 1{,}38.10^{-23}\ \frac{J}{K}$.

T là nhiệt độ tuyệt đối (K).

P là áp suất chất khí (Pa).

d là đường kính phân tử khí (m).

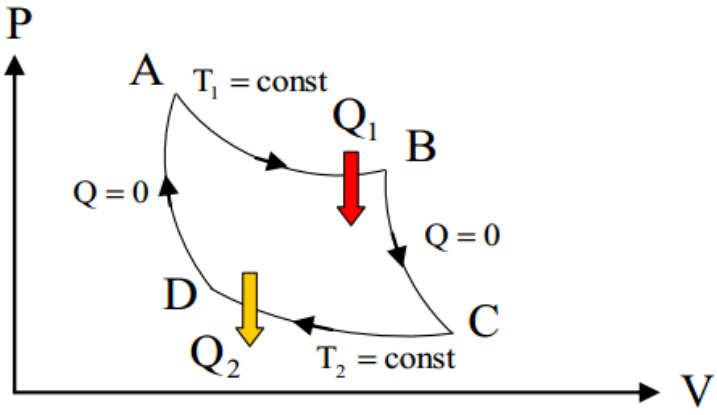
17. Chu trình Carnot. Định lý Carnot về hiệu suất của động cơ nhiệt

- Chu trình Carnot là một chu trình thuận nghịch đơn giản nhất mà có khả năng sinh công, gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và 2 quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch xen kẽ nhau.

Chu trình Carnot gồm 4 quá trình:

+ Từ A → B: quá trình giãn nở khí đẳng nhiệt ở nhiệt độ T1, thể tích tăng nhanh từ V_A đến V_B, áp suất giảm chậm từ P_A đến P_B, hệ nhận lượng nhiệt Q_1 từ môi trường.

+ Từ B → C: quá trình giãn nở khí đoạn nhiệt, hệ không trao đổi nhiệt với môi trường ngoài (Q = 0), thể tích tăng chậm từ V_B đến V_C, áp suất giảm nhanh từ P_B đến P_C, nhiệt độ giảm từ T_1 đến T_2.



+ Từ C → D: quá trình nén khí đẳng nhiệt ở nhiệt độ T_2, thể tích giảm nhanh từ V_C đến V_D, áp suất tăng chậm từ P_C đến P_D, hệ tỏa ra lượng nhiệt Q_2 cho môi trường.

+ Từ D → A: quá trình nén khí đoạn nhiệt, hệ không trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài (Q = 0), thể tích giảm chậm từ V_D đến V_A, áp suất tăng mạnh từ P_D đến P_A, nhiệt độ tăng từ T_2 đến T_1.

⇒ Hệ trở về trạng thái ban đầu và tiếp tục một chu trình mới.

- Định lý Carnot về hiệu suất của động cơ nhiệt: Hiệu suất của động cơ nhiệt làm việc theo chu trình Carnot lý tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của nguồn nóng và nguồn lạnh.

$$\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

Trong đó: Q_1 là lượng nhiệt nhận từ nguồn nóng có nhiệt độ T_1.

Q_2 là lượng nhiệt tỏa ra từ nguồn lạnh có nhiệt độ T_2.

18. Hai cách phát biểu nguyên lý thứ II nhiệt động lực học của Thomson và của Clausius

- Nguyên lý thứ II nhiệt động lực học của Thomson: Không thể tồn tại trong tự nhiên một quá trình mà kết quả duy nhất là biến nhiệt lượng hoàn toàn thành công mà không để lại dấu vết gì cho môi trường xung quanh. Hay là không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại II (loại động cơ sinh công đúng bằng năng lượng nhận được).
- Nguyên lý thứ II nhiệt động lực học của Clausius: Không thể có một quá trình mà kết quả duy nhất là truyền nhiệt lượng từ nguồn lạnh sang nguồn nóng hơn mà không để lại dấu vết gì cho môi trường xung quanh. Hay là nhiệt không thể tự động truyền từ môi trường lạnh sang môi trường nóng hơn. Hay là không thể chế tạo được máy lạnh vĩnh cửu (loại máy lạnh đưa nhiệt lượng từ nguồn lạnh sang nguồn nóng mà không sử dụng công từ bên ngoài).

19. Biểu thức định lượng của nguyên lý thứ II nhiệt động lực học. Entropy. Ý nghĩa của Entropy

- Biến thiên định lượng của nguyên lý thứ II nhiệt động lực học:

  Hiệu suất: $\eta = \frac{|Q_1| - |Q_2|}{|Q_1|} = 1 + \frac{Q_2}{Q_1}$ (quy ước: $Q_2 < 0$).

  Mà $\eta \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \Leftrightarrow \eta \leq 1 - \frac{T_2}{T_1}$.

  $\Rightarrow 1 + \frac{Q_2}{Q_1} \leq \eta \leq 1 - \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow \frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0.$

  Khi chu trình làm việc với nhiều nguồn nhiệt: $\sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{T_i} \leq 0.$

  Nếu nhiệt độ thay đổi liên tục từ trạng thái (1) sang trạng thái (2) thì:

$$\int_{(1)}^{(2)} \frac{\partial Q}{T} \leq 0$$

- Entropy:

  Quá trình bất thuận nghịch: $\Delta S \geq \int \frac{\partial Q}{T}$.

  Hệ nhiệt động cô lập: $\partial Q = 0 \Rightarrow \Delta S = 0$.

  Quá trình nhiệt động học bất kỳ: $\Delta S \geq 0$.

  Nguyên lý tăng Entropy: Trong một quá trình nhiệt động học bất kỳ, khi chuyển từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng khác, Entropy của hệ và môi trường hoặc giữ nguyên (đối với quá trình thuận nghịch) hoặc luôn luôn tăng (đối với quá trình bất thuận nghịch).

- Ý nghĩa của Entropy: Entropy là đại lượng xác định mức độ trật tự (mất trật tự) của hệ nhiệt động. Entropy càng tăng thì độ mất trật tự của hệ càng tăng và ngược lại.

Mọi đóng góp và thắc mắc xin gửi về:
Link FB: fb.com/tholamtoan
SĐT: 0961250475